

DIN EN ISO 20323



ICS 81.060.30

**Hochleistungskeramik –
Mechanische Eigenschaften keramischer Verbundwerkstoffe bei
Umgebungstemperatur unter atmosphärischem Luftdruck –
Bestimmung der Zugeigenschaften von Röhren (ISO 20323:2018);
Deutsche Fassung EN ISO 20323:2021**

Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) –
Mechanical properties of ceramic composites at ambient temperature in air atmospheric
pressure –
Determination of tensile properties of tubes (ISO 20323:2018);
German version EN ISO 20323:2021

Céramiques techniques –
Propriétés mécaniques des composites céramiques à température ambiante et à pression
atmosphérique –
Détermination des propriétés en traction de tubes (ISO 20323:2018);
Version allemande EN ISO 20323:2021

Gesamtumfang 36 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Der Text von ISO 20323:2018 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 206 „Fine ceramics“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und vom Technischen Komitee CEN/TC 184 „Hochleistungskeramik“ als EN ISO 20323:2021 übernommen, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-02-94 AA „Prüfung von Hochleistungskeramik - Keramische Verbundwerkstoffe“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 3611	siehe	DIN EN ISO 3611
ISO 7500-1	siehe	DIN EN ISO 7500-1
ISO 9513	siehe	DIN EN ISO 9513
ISO 17161	siehe	DIN EN ISO 17161

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 3611, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Längenmessgeräte: Bügelmessschrauben — Konstruktionsmerkmale und messtechnische Merkmale*

DIN EN ISO 7500-1, *Metallische Werkstoffe — Kalibrierung und Überprüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen — Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschine — Kalibrierung und Überprüfung der Kraftmesseinrichtung*

DIN EN ISO 9513, *Metallische Werkstoffe — Kalibrierung von Längenänderungs-Messeinrichtungen für die Prüfung mit einachsiger Beanspruchung*

DIN EN ISO 17161, *Hochleistungskeramik — Keramische Verbundwerkstoffe — Bestimmung der Fluchtungsfehler bei mechanischen Prüfungen mit einachsiger Beanspruchung*

Deutsche Fassung

Hochleistungskeramik —
Mechanische Eigenschaften keramischer Verbundwerkstoffe
bei Umgebungstemperatur
unter atmosphärischem Luftdruck —
Bestimmung der Zugeigenschaften von Röhren
(ISO 20323:2018)

Fine ceramics (advanced ceramics,
advanced technical ceramics) —
Mechanical properties of ceramic composites at
ambient temperature in air atmospheric pressure —
Determination of tensile properties of tubes
(ISO 20323:2018)

Céramiques techniques —
Propriétés mécaniques des composites céramiques à
température ambiante et à pression atmosphérique —
Détermination des propriétés en traction de tubes
(ISO 20323:2018)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 11. Juli 2021 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Kurzbeschreibung	9
5 Prüfeinrichtung	10
6 Röhrenförmige Probekörper	14
6.1 Probenspezifikationen	14
6.1.1 Allgemeines	14
6.1.2 Maße	14
6.1.3 Geometrie	14
6.1.4 Toleranzen und Variabilität	15
6.2 Probenvorbereitung	15
6.2.1 Allgemeines	15
6.2.2 Im Fertigungszustand	16
6.2.3 Anwendungsangepasste Bearbeitung	16
6.2.4 Übliche Praxis	16
6.2.5 Standardverfahren	16
6.3 Köpfe	16
6.4 Anzahl der Prüfungen und Probenahme	18
7 Prüfverfahren	18
7.1 Allgemeines	18
7.2 Prüfmodus und Prüfgeschwindigkeit	18
7.3 Prüftechnik	19
7.3.1 Messung der Probekörpermaße	19
7.3.2 Instrumentierung der Probekörper	19
7.3.3 Einbau des Probekörpers	19
7.3.4 Montage der Dehnmessgeräte	19
7.3.5 Messungen	20
7.3.6 Analysen nach der Prüfung	21
7.4 Gültigkeit der Prüfung	21
8 Berechnung der Ergebnisse	22
8.1 Herkunft der Probekörper	22
8.2 Technische Spannung und Dehnung	22
8.3 Zugfestigkeit	23
8.4 Dehnung bei Höchstzugkraft	23
8.5 Proportionalitätsverhältnis oder pseudoelastischer Modul, Elastizitätsmodul	23
8.5.1 Spannungs-Dehnungs-Kurven mit einem linearen Bereich	23
8.5.2 Nichtlineare Spannungs-Dehnungs-Kurven	25
8.6 Poissonzahl (optional)	25
8.7 Statistik	25
9 Prüfbericht	26

9.1	Allgemeines	26
9.2	Angaben zur Prüfung	26
9.3	Probekörper und Werkstoff.....	26
9.4	Geräte und Prüfparameter.....	27
9.5	Prüfergebnisse	27
Anhang A (informativ) Einspannvorrichtungen und Lastzugkupplungen.....		28
A.1	Aktive Einspannflächen	28
A.2	Passive Einspannflächen	28
A.2.1	Allgemeines	28
A.2.2	Mechanisches Einspannen	28
A.2.3	Kleben.....	29
A.3	Lastzugkupplungen	29
Anhang B (informativ) Probekörpergeometrien		33
Literaturhinweise.....		34

Europäisches Vorwort

Der Text von ISO 20323:2018 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 206 „Fine ceramics“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und vom Technischen Komitee CEN/TC 184 „Hochleistungskeramik“ als EN ISO 20323:2021 übernommen, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Januar 2022, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2022 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN CENELEC Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 20323:2018 wurde von CEN als EN ISO 20323:2021 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 206, *Fine ceramics* erarbeitet.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Bedingungen für die Bestimmung der Zugeigenschaften von Röhren aus Keramik-Matrix-Verbundwerkstoffen (CMC, en: ceramic matrix composite) mit Endlosfaserverstärkung bei Umgebungstemperatur in Luft-Atmosphärendruck fest. Dieses Dokument ist spezifisch für die röhrenförmigen Geometrien, da Faserarchitektur und Geometriefaktoren der Proben bei Röhren aus Verbundwerkstoffen deutlich anders sind als bei Flachproben.

Dieses Dokument liefert Informationen über die uniaxialen Zugeigenschaften und das Zugspannungs-Dehnungs-Verhalten wie Zugfestigkeit und Dehnung, Zug-Elastizitätsmodul und Poissonzahl. Die Informationen dürfen für die Werkstoffentwicklung, die Kontrolle der Fertigung (Qualitätssicherung), den Werkstoffvergleich, die Charakterisierung, die Zuverlässigkeit und die Generierung von Konstruktionsdaten für röhrenförmige Komponenten verwendet werden.

Dieses Dokument befasst sich mit verschiedenen vorgeschlagenen Verfahren zur Herstellung von Probekörpern, ist aber nicht darauf beschränkt. Es gilt in erster Linie für Röhren aus Keramik- und/oder Glas-Matrix-Verbundwerkstoffen mit einer Endlosfaserverstärkung: unidirektional (1D-Filamentwicklung und Tape Lay-up), bidirektional (2D-Geflecht und Weben) und tridirektional (xD, mit $2 < x < 3$), belastet entlang der Röhrenachse.

Die in diesem Dokument angegebenen Werte entsprechen dem Internationalen Einheitensystem (SI).

ANMERKUNG In den meisten Fällen sind Keramik-Matrix-Verbundwerkstoffe, die bei hohen Temperaturen an Luft eingesetzt werden, mit einer Antioxidationsschicht versehen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 20507, *Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) — Vocabulary*

ISO 7500-1, *Metallic materials — Calibration and verification of static uniaxial testing machines — Part 1: Tension/compression testing machines — Calibration and verification of the force-measuring system*

ISO 17161, *Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) — Ceramic composites — Determination of the degree of misalignment in uniaxial mechanical tests*

ISO 9513, *Metallic materials — Calibration of extensometer systems used in uniaxial testing*

ISO 3611, *Geometrical product specifications (GPS) — Dimensional measuring equipment: Micrometers for external measurements — Design and metrological characteristics*

ASTM E2208-02, *Standard Guide for Evaluating Non-Contacting Optical Strain Measurement Systems*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 20507 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1 kalibrierte Länge

l

Bereich des Probekörpers mit gleichförmigem und kleinstem Außendurchmesser

3.2 Messlänge

L_0

Anfangsabstand zwischen den Referenzmarkierungen auf dem Probekörper innerhalb der kalibrierten Länge

3.3 Anfangsquerschnittsfläche

S_0

Fläche des Probekörpers innerhalb der kalibrierten Länge

3.4 effektive Querschnittsfläche

$S_{0,eff}$

Gesamtfläche des Querschnitts, berichtigt durch einen Faktor, um eine Oxidationsschutzschicht zu berücksichtigen

3.5 Außendurchmesser

d_o

Außenabstand durch die Mitte einer Röhre von einer Seite zur anderen

3.6 Innendurchmesser

d_i

Innenabstand durch die Mitte einer Röhre von einer Seite zur anderen

3.7 Längenänderung

A

Verlängerung der Messlänge zwischen den Referenzmarkierungen unter der Wirkung einer Zugkraft

3.8 Längenänderung bei Höchstzugkraft

A_m

Zunahme der Messlänge zwischen Referenzmarkierungen bei Höchstzugkraft

3.9

Zugdehnung

ε_{zz}

relative Änderung der Messlänge, definiert als das Verhältnis A/L_0

3.10

Zugdehnung bei Höchstzugkraft

$\varepsilon_{zz,m}$

relative Änderung der Messlänge, definiert als das Verhältnis A_m/L_0

3.11

Umfangsdehnung

$\varepsilon_{\theta\theta}$

relative Änderung in Umfangsrichtung in der Messlänge

3.12

Zugspannung

σ

von der Probe zu jedem Zeitpunkt der Prüfung ertragene Zugkraft, dividiert durch die Anfangsquerschnittsfläche (S_0)

3.13

effektive Zugspannung

σ_{eff}

von der Probe zu jedem Zeitpunkt der Prüfung ertragene Zugkraft, dividiert durch die effektive Querschnittsfläche ($S_{0,\text{eff}}$)

3.14

Höchstzugkraft

F_m

höchste gemessene Zugkraft, die von der Probe bei der Zugprüfung bis zum Versagen ertragen wurde

3.15

Zugfestigkeit

σ_m

Quotient aus der Höchstzugkraft und der Anfangsquerschnittsfläche (S_0)

3.16

effektive Zugfestigkeit

$\sigma_{m,\text{eff}}$

Quotient aus der Höchstzugkraft und der effektiven Querschnittsfläche ($S_{0,\text{eff}}$)

3.17

Proportionalitätsverhältnis pseudoelastischer Modul

E_p

Anstieg des linearen Abschnitts der Spannungs-Dehnungs-Kurve

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Prüfung der Spannungs-Dehnungs-Kurven von Keramik-Verbundwerkstoffen ermöglicht eine Definition der folgenden Fälle:

a) Werkstoff mit einem anfänglich linearen Bereich in der Spannungs-Dehnungs-Kurve.

Das Proportionalitätsverhältnis oder der pseudoelastische Modul wird als Elastizitätsmodul E bezeichnet, wenn die Linearität in der Nähe des Ursprungs beginnt.

b) Werkstoff mit nichtlinearem Abschnitt in der Spannungs-Dehnungs-Kurve.

In diesem Fall können nur Wertepaare für Spannung und Dehnung festgelegt werden.

3.18 effektives Proportionalitätsverhältnis effektiver pseudoelastischer Modul

$E_{P,eff}$

Anstieg des linearen Abschnitts der Spannungs-Dehnungs-Kurve, falls vorhanden, wenn die effektive Zugspannung eingesetzt wird

3.19 Poissonzahl

$\nu_{\theta z}$

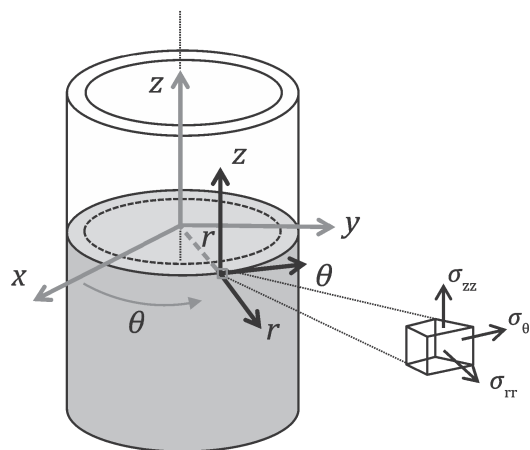
negativer Quotient aus Umfangsdehnung und axialer Dehnung

3.20 Koordinatensystem

System zur Bestimmung der Position im Raum

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Dokument werden zylindrische Koordinaten verwendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für die Raumdarstellung gelten die in Bild 1 dargestellten Notationen.



Legende

z axial
r radial
θ tangential

Bild 1 — Zylindrisches Koordinatensystem, das für die CMC-Röhren verwendet wird

4 Kurzbeschreibung

Ein vorbereiteter röhrenförmiger Probekörper mit festgelegten Maßen wird monoton uniaxial auf Zug bis zum Bruch belastet. Die Prüfung wird bei konstanter Traversenverschiebung oder konstanter Dehnung (oder konstanter Belastungsrate) durchgeführt. Die aufgebrachte Kraft und die resultierende Längsdehnung werden gleichzeitig gemessen und aufgezeichnet. Die uniaxiale Zugfestigkeit und Dehnung werden aus der maximal aufgebrachten Kraft bestimmt, während die verschiedenen anderen Zugeigenschaften aus den Daten des Spannungs-Dehnungs-Verhaltens bestimmt werden.

Im Allgemeinen wird die Prüfung unter Umgebungstemperatur und Umgebungsbedingungen durchgeführt.